

= Equivalent to US 4,855,642
The document has been already
submitted in the VSPTO.

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : **2 646 288**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **89 05486**

(51) Int Cl⁵ : H 01 J 43/04, 43/06.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 25 avril 1989.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 43 du 26 octobre 1990.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite : **BURLE TECHNOLOGIES,
INC. — US.**

(72) Inventeur(s) : Fred A. Helvy ; Gilbert N. Butterwick.

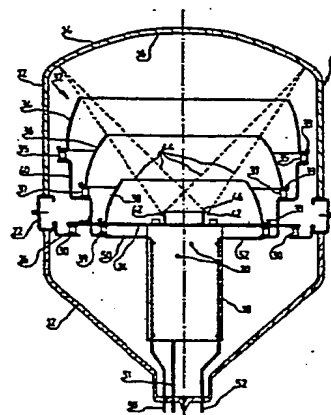
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Weinstein.

(54) Structure d'électrodes de concentration pour tubes photomultiplicateurs.

(57) Selon l'invention, des électrodes de concentration 34, 36, 38 sont placées entre la photocathode 16 et la première dynode 20 du tube et sont configurées en sections d'un dôme en sphéroïde, la plus petite ouverture étant la plus proche de la photocathode.

L'invention s'applique notamment aux tubes à décharge d'électrons.



FR 2 646 288 - A1

La présente invention traite généralement des tubes à décharge d'électrons et, plus particulièrement, d'une structure d'électrodes de concentration pour un tube photomultiplicateur.

Les tubes photomultiplicateurs sont devenus des instruments couramment utilisés pour détecter de faibles niveaux de lumière. Typiquement, ils consistent en une enveloppe de verre avec une photocathode émettant des électrons qui est placée sur la surface intérieure d'un fond de l'enveloppe. Lorsque la lumière frappe la photocathode, les électrons qu'elle émet sont dirigés vers et collectés par un multiplicateur d'électrons. Le multiplicateur d'électrons consiste en plusieurs dynodes d'émission secondaire, dont la première reçoit les électrons de la photocathode. La sortie électrique du multiplicateur d'électrons est directement en rapport avec la quantité d'électrons recueillis par la première dynode.

Afin de rendre maximale l'efficacité de récupération d'un tube, c'est-à-dire d'augmenter le rapport des électrons recueillis par la première dynode relativement au nombre émis par la photocathode, des électrodes de concentration sont placées entre la photocathode et la première dynode. Ces électrodes fonctionnent à divers potentiels électriques pour créer un champ électrique entre la photocathode et la première dynode. Le champ électrique idéal dirigerait et délivrerait tous les électrons émis à la première dynode.

Cependant, il y a d'autres critères pour le champ électrique, que l'on appelle l'optique électronique du tube parce qu'il focalise les électrons comme un système optique focalise la lumière. Un tel critère pour évaluer les tubes photomultiplicateurs et le temps de transit des électrons. Comme tous les électrons ne quittent pas la photocathode dans un trajet qui est exactement perpendiculaire à la surface, certains sont en réalité envoyés à un angle dirigé un peu vers le côté. En fait, la photocathode pourrait facilement être représentée comme étant similaire à un gazon plein de

têtes d'arroseuse dans le sol, chacune envoyant des électrons à tous les angles. Dans de telles circonstances, même si la focalisation des électrons est parfaite, il faut encore non seulement un temps minimum défini pour qu'un seul électron
5 de la photocathode atteigne la première dynode, mais il faut également plus longtemps pour qu'un électron émis en angle atteigne la dynode que pour un électron qui a été émis perpendiculairement à la surface. En fait, l'électron émis en angle doit parcourir un plus long trajet.

10 Par conséquent, une autre mesure de l'optique électronique dans le tube est "l'étalement" du temps de transit. Un grand étalement du temps de transit empêche le tube de faire la discrimination entre les impulsions individuelles de lumière qui frappent la photocathode en des
15 temps plus courts que l'étalement du temps de transit, car la dynode reçoit les premiers électrons d'une seconde impulsion tandis qu'elle reçoit encore les derniers électrons d'une première impulsion.

Une autre mesure de l'optique électronique est le serrage de la trajectoire des électrons délivrés à la
20 première dynode, c'est-à-dire la capacité réelle à focaliser ou concentrer les électrons. Si les électrons ne sont pas focalisés ou concentrés en un faisceau étroit à la dynode, il est nécessaire d'utiliser une plus grande surface de la
25 dynode pour augmenter l'efficacité de récupération. Malheureusement, étant donné les contraintes géométriques, une plus grande surface de dynode augmente également la longueur de la section multiplicateur et a pour résultat un plus grand étalement du temps de transit parce que les
30 électrons ont également un temps de transit à travers la section du multiplicateur.

Tout le problème de rendre maximale l'efficacité de récupération tout en rendant minimum l'étalement du temps de transit est encore aggravé avec l'augmentation de la
35 surface de la photocathode. Avant la présente invention, on

considérerait qu'il était inévitable qu'une surface du fond de la photocathode assez importante augmente également l'étalement du temps du transit et diminue l'efficacité de récupération, car l'optique électronique standard ne pourrait
5 simplement pas tenir compte de la plus grande photocathode.

Il est, par conséquent, clairement avantageux d'avoir une structure de concentration des électrons qui focalise les électrons de manière plus serrée. Un tel résultat signifie que l'efficacité de récupération du tube
10 augmente, que le temps total de transit diminue et que même la taille du tube est réduite parce qu'on peut utiliser une plus petite section de multiplicateur.

La présente invention permet d'atteindre tous ces buts.

15 La configuration de l'électrode de concentration de la présente invention s'écarte de la structure standard antérieure de concentration pour des tubes photomultiplicateurs, qui était celle de cylindres concentriques, et on utilise à la place des électrodes coaxiales de
20 concentration qui sont des sections sensibles de dômes en ellipsoïde.

Dans le mode de réalisation préféré, des segments sensibles, c'est-à-dire des segments avec des angles de surface d'au moins dix degrés, de sphéroïdes avec des
25 rayons croissants et des tensions décroissantes sont placés séquentiellement à partir de la section de multiplicateur jusqu'à la photocathode. Ces électrodes de concentration créent un champ électronique qui est plus précis que tous ceux disponibles jusqu'à maintenant. Dans le
30 mode de réalisation préféré avec un fond de 229 mm de diamètre, il est non seulement possible d'utiliser le même ensemble multiplicateur que celui précédemment utilisé dans un tube d'un diamètre interne de 127 mm, mais d'obtenir des étalements de temps de transit qui sont plus petits
35 que ceux du plus petit tube.

L'invention sera mieux comprises, et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence au dessin schématique annexé donné uniquement à titre d'exemple illustrant un mode de réalisation de l'invention, et dans lequel :

La figure unique est une vue en coupe transversale simplifiée faite le long de l'axe central d'un tube photomultiplicateur dans lequel est incorporé le mode de réalisation préféré de l'invention.

La figure est une vue en coupe transversale simplifiée à travers l'axe central d'un tube photomultiplicateur 10 montrant le mode de réalisation préféré dans lequel une enveloppe en verre 12 est évacuée et contient un fond 14 sur la surface interne duquel est formée une photocathode 16.

On notera que le tube photomultiplicateur est illustré sous forme simplifiée pour la clarté et que seule la portion de la structure nécessaire à la description de l'invention est montrée en détail. A d'autres points de vue, le tube photomultiplicateur 10 est construit sous une forme conventionnelle bien connue et comprise.

Dans le tube 10, se trouve l'ensemble multiplicateur d'électrons 18 où sont placées une première dynode 20, montrée en tracé fantôme, et d'autres dynodes (non représentées) qui fonctionnent d'une manière conventionnelle pour convertir les électrons faisant impact sur la première dynode 20 en un signal électrique qui est appliqué à un montage externe (non représenté) au moyens de conducteurs d'entrée ou de sortie dont le conducteur 51 est typique.

Une bague centrale de support 22, attachée à l'enveloppe 12, supporte l'ensemble multiplicateur d'électrons 18 et supporte la plaque 24 au moyen de pattes 26 et d'isolants 30.

L'ensemble d'électrodes de concentration 32 se compose d'une première électrode de grille conductrice 34, d'une seconde électrode de grille 36 et d'une électrode d'anode 38, dans le mode de réalisation préféré.

5 Comme on peut le voir sur la figure, chaque électrode 34, 36 et 38 forme une section sensible d'un sphéroïde, s'approchant d'une sphère, toutes étant coaxiales avec l'axe du tube 10 et les deux plus petites électrodes s'étendant dans la plus grande ouverture de la
10 plus grande électrode adjacente. Chaque électrode a une lèvres repliée 33 sur son bord qui est le plus éloigné de la photocathode 16.

L'ensemble d'électrodes de concentration 32 est placé et supporté par des pattes échelonnées 40 qui sont
15 elles-mêmes supportées par la plaque de support 24, au moyen d'isolants 39 et chaque électrode est connectée à une source de tension (non représentée) au moyen de connecteurs d'entrée tels que 50 et 52 qui pénètrent dans la tige 54 de l'enveloppe. L'électrode d'anode 38 est attachée à et
20 supportée par la plaque de support 24 et les pattes échelonnées 40 supportent les isolants 35 et 37 qui, à leur tour, supportent les électrodes 34 et 36 respectivement.

Tandis que les électrodes 34, 36 et 38 progressent de la région de la photocathode vers la région de multipli-
25 cateur du tube 10, elles deviennent progressivement de plus en plus petites, chacune ayant un rayon de sphéroïde plus petit et des ouvertures de plus petit diamètre, aux deux extrémités, que les ouvertures de l'électrode précédente. Cependant, chaque électrode s'étend dans un plan de
30 l'électrode plus grande adjacente de manière à former ensemble un blindage complet.

Cet aspect de leur positionnement est particulièrement important pour la fonction secondaire de la structure d'électrodes de concentration qui consiste à
35 protéger l'enveloppe 12 du tube de l'antimoine évaporé lorsque la

photocathode 16 est formée par évaporation d'antimoine de perles 42. Comme cela est montré par les lignes 44 de trajectoire de l'antimoine, les bords des électrodes 34 et 36 qui sont les plus proches de la photocathode 16, avec le
 5 cylindre interne 46, servent de blindage pour empêcher l'antimoine de couvrir toute partie de l'enveloppe 12 autre que le fond 14.

Les formes d'ellipsoïde et de sphéroïde pour les électrodes de concentration se sont révélées former des
 10 champs électriques avec une meilleure focalisation des électrons passant de la photocathode 16 à la dynode 20. Les formes uniques courbées créent de plus petits diamètres de faisceau à la dynode avec une plus grande profondeur de foyer et elles réduisent le temps total de transit et le
 15 temps d'étalement de transit en comparaison avec des électrodes cylindriques de taille similaire.

Par ailleurs, les ouvertures plus étroites proches de la photocathode fournissent de meilleurs blindages contre l'évaporation de l'antimoine avec de plus courtes
 20 longueurs que dans le cas d'une électrode cylindrique.

Le mode de réalisation préféré, montré sur la figure, avec un fond 14 de 229 mm de diamètre, a les paramètres approximatifs notés au tableau qui suit avec les rayons et diamètres en mm.

25		Rayon du sphéroïde	Plus petit diamètre d'ouverture	Plus grand diamètre d'ouverture	Angle de surface, Degrés	Potentiel de fonctionnement
	Grille 34	114,3	190,5	216	30	150 V
	Grille 36	89	140	178	35	500 V
30	Anode 38	76	114,3	152,4	40	2000 V

Les potentiels notés de fonctionnement ont été déterminés par des méthodes bien établies d'étude du champ électrique. Les potentiels et espaces entre électrodes
 35 pour diverses autres tailles d'électrodes peuvent être décrits par ces méthodes, qui sont bien connues.

Avec les paramètres montrés au tableau, le mode de réalisation préféré du tube 10 a un étalement total du temps de transit de 1,8 nanosecondes. Cela peut être comparé à un chiffre de 2,4 nanosecondes pour un tube protégé cylindrique conventionnel avec un diamètre de fond de 127 mm.

D'autres avantages sont dérivés de la forme d'électrode en dome par le fait que la structure offre une résistance supérieure avec un poids réduit de matière, donc les électrodes de concentration sont autonomes et résistent à une distorsion ou à une dégradation due à un choc ou à des vibrations externes.

On comprendra que la forme décrite de l'invention n'est qu'un mode de réalisation préféré. Divers changements peuvent lui être apportés, par exemple, plus ou moins d'électrodes en forme d'ellipsoïde peuvent être utilisées dans des tubes de tailles différentes, et ces électrodes peuvent être supportées d'une manière différente.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Structure d'électrodes de concentration dans un tube photomultiplicateur, du type comprenant une enveloppe évacuée; un fond s'étendant à travers une extrémité de
5 l'enveloppe avec une cathode photo-émissive placée à la surface intérieure du fond, la cathode produisant des photo-électrons lorsqu'elle est soumise à un rayonnement; une tige scellant l'autre extrémité de l'enveloppe; ledit ensemble d'électrodes de concentration étant supporté par l'enveloppe
10 et placé coaxialement à l'axe central du tube photomultiplicateur, au moins un évaporateur étant supporté par l'enveloppe et placé pour évaporer une matière sur le fond pour former la photocathode et un ensemble multiplicateur d'électrons étant supporté par l'enveloppe, caractérisée
15 en ce qu'elle comprend :

au moins une structure d'électrodes conductrices (34,36,38) ayant la forme d'une section d'un ellipsoïde, sa plus petite ouverture étant plus proche de la photocathode et sa plus grande ouverture plus proche de l'ensemble
20 multiplicateur d'électrons, une tension de concentration étant appliquée afin de créer un champ électrique de concentration.

2. Structure d'électrodes de concentration dans un tube photomultiplicateur, du type comprenant une enveloppe évacuée; un fond s'étendant à travers une extrémité de
25 l'enveloppe avec une cathode photo-émissive placée à la surface intérieure du fond, la cathode produisant des photo-électrons lorsqu'elle est soumise à un rayonnement; une tige scellant l'autre extrémité de l'enveloppe; ledit ensemble d'électrodes de concentration étant supporté par l'enveloppe
30 et placé coaxialement à l'axe central du tube photomultiplicateur, au moins un évaporateur étant supporté par l'enveloppe et placé pour évaporer une matière sur le fond pour former la photocathode et un ensemble multiplicateur d'électrons étant supporté par l'enveloppe, caractérisée
35 en ce qu'elle comprend :

au moins une structure d'électrodes conductrices (34,36,38) ayant la forme d'une section d'un sphéroïde, sa plus petite ouverture étant plus proche de la photocathode et sa plus grande ouverture plus proche de l'ensemble multiplicateur d'électrons, une tension de concentration étant appliquée afin de créer un champ électrique de concentration.

3. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend trois structures d'électrodes (34,36 et 38) ayant des rayons différents, la plus grande structure étant la plus proche de la photocathode et la plus petite structure étant la plus proche de l'ensemble multiplicateur d'électrons.

4. Ensemble selon la revendication 3, caractérisé en ce que les plus petites structures d'électrodes sont placées de manière que leur plus petite ouverture soit dans un plan d'une structure d'électrodes plus grande adjacente.

5. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la structure d'électrodes est d'une taille telle que son angle de surface soit d'au moins 10 degrés.

